

WEP 전·후처리 프로그램(WEP+) 개발

Development of Pre/post Processor for WEP Model

노성진*, 김현준**, 조한범***, 장철희****, 김철겸*****

Seong Jin Noh, Hyeon Jun Kim, Han Bum Cho, Cheol Hee Jang, Chul Gyum Kim

요 지

분포형 수문모형인 WEP(Water and Energy transfer Processes)는 일본토목연구소의 물순환 해석 모형으로써, 짧은 구동시간에도 불구하고 물과 열에너지의 순환을 파악하는 데 효과적인 것으로 알려져 있다. 그러나 모의에 필요한 자료입력 과정이 매우 복잡하고 불편할 뿐 아니라 획득된 결과를 효율적으로 표현하지 못한다는 약점을 가지고 있어 활용도가 높지 않았다. WEP 사용성 향상에 관한 요구가 높아짐에 따라, WEP 전·후처리 프로그램인 WEP+가 개발되었다. WEP+의 개발은 WEP 모형에 대한 방대한 양의 입력 자료를 효과적으로 구축하고, 다양한 기능을 통해 모의 결과에 대한 분석을 용이하게 할 수 있도록 하여 사용자가 직관적으로 모형을 적용할 수 있도록 하는데 그 목적을 두고 있다. WEP+는 기존 WEP의 복잡한 입력과정을 체계화 하여, 사용자가 쉽게 접근할 수 있도록 설계되었으며, 입력 자료의 편집기능을 도입하였다. 또한 복잡하게 연관된 매개변수들의 적합성 여부를 사전에 점검 할 수 있는 기능을 부여하여 모의 도중 오류가 발생하거나 잘못된 모의 결과를 생산할 가능성을 최소화 하고자 하였다. 모의 결과에 대해서는 하천 유출, 지표면 유출, 지하수 유출, 토양수분, 지하수위, 증발산 등 세부 수문요소에 대한 모의 결과를 지점별 시계열과 전체 유역에 대한 분포형 자료로 확인할 수 있다.

본 연구에서는 새로 개발된 WEP+ 각 모듈의 기능과 인터페이스를 살펴보고 적용사례를 중심으로 결과분석과 활용방법에 대해 고찰해 보도록 한다.

핵심용어 : 분포형 모형, WEP, WEP+, 물순환 해석

1. 서 론

유역진단지표가 진단을 위한 거시지표를 제시한다면, 유역진단모형은 보다 세밀한 진단을 위한 도구로 활용될 수 있다. 이러한 진단에는 기존의 총괄형 유출모형보다는 물리적 이론에 근거한 분포형 강우-유출 모형을 활용하는 것이 바람직하다. 이러한 분포형 모형 중에서도 WEP(Water and Energy transfer Processes)는 일본토목연구소의 물순환 해석 모형으로써, 짧은 구동시간에도 불구하고 물과 열에너지의 순환을 파악하는 데 효과적인 것으로 알려져 있다. 그러나 모의에 필요한 자료입력 과정이 매우 복잡하고 불편할 뿐 아니라 획득된 결과를 효율적으로 표현하지 못한다는 약점을 가지고 있어 활용도가 높지 않았다. WEP 사용성 향상에 관한 요구가 높아짐에 따라, WEP 전·후처리 프로그램인 WEP+가 개발되었다(한국건설기술연구원, 2006). 본 연구에서는 새로 개발된 WEP+ 각 모듈의 기능과 인터페이스를, 적용사례에 대한 화면을 중심으로 살펴보자 한다.

* 정회원 · 한국건설기술연구원 수자원연구부 연구원 · E-mail : sjnoh@kict.re.kr
** 정회원 · 한국건설기술연구원 수자원연구부 수석연구원 · E-mail : hjkim@kict.re.kr
*** 정회원 · 한국건설기술연구원 수자원연구부 연구원 · E-mail : hbcho@kict.re.kr
**** 정회원 · 한국건설기술연구원 수자원연구부 연구원 · E-mail : chjiang@kict.re.kr
***** 정회원 · 한국건설기술연구원 수자원연구부 선임연구원 · E-mail : cgkim@kict.re.kr

2. WEP 모형의 개요

WEP 모형은 일본의 토목연구소, 과학기술진흥사업단, Jia 등이 공동으로 개발한 물리적인 기반의 공간 분포형 모형(Physically Based Spatially Distributed)이다. WEP 모형은 격자 기반 모형으로 유역을 평면 격자로 분할하여 각각의 격자를 계산단위로 하며, 연직방향으로 표층, 과도층, 지하대수층으로 나누어진다. 수평방향으로 표면류와 하도류는 각각 1차원 운동파 기법으로 추적되고 지하수 흐름은 각 층간의 함양, 침투, 양수량 등을 고려하여 2차원 해석을 하며, 이때 지표면, 하도와의 물 교환을 고려한다. 토지이용은 크게 수역, 나지-식생역, 불투수역 등의 세가지로 분류되며, 각 요소별로 다시 세부 분할된다. 증발산은 식생 등의 차단을 고려하여 Penman 식으로 계산되며, 침투는 Green-Ampt 모형을 다층 토양에 대해서 적용 가능하도록 수정한 “Generalized Green-Ampt 모형”을 이용하여 계산한다(土木研究所, 2002). WEP 모형은 청계천 유역의 물순환 해석에 적용된 바 있으며(김현준 등, 2004; 노성진 등, 2005), 이후 도립천 유역의 물순환 해석, 경안천, 설마천 유역의 토양수분 모의 등에 적용되었으며(이승종, 2005; 노성진 등, 2006(a); 노성진 등, 2006(b)), 최근 도시 계획시 단지내 우수저감시설의 효율 평가에 적용되는 등 활용도가 점차 증가하고 있다(과학기술부, 2007).

3. WEP+의 개요

그림 1은 개발된 WEP+의 시작화면이다. WEP 모형의 방대한 양의 입력자료를 효과적으로 구축하고, 개별 및 전체 입력자료의 물리적 충분히 파악할 수 있는 인터페이스 개발하는 것이 전·후처리 프로그램인 WEP+의 목표이다. 국제적 활용도 및 호환성을 높이기 위해 입력자료의 형식은 WEP 모형의 기본 파일 형식을 그대로 유지하도록 하며, 프로그램내 언어는 영어를 기본으로 사용하고 다국적 언어를 지원하도록 하였다. 모형 개발 방향으로는 입력자료 구축시 자료가 WEP 모형의 형식으로 자동 변환되도록 하여 자료 구축 시간을 최소화하며(그림 2 참조), 모형 구동전, 파일 형식에 대한 오류체크를 거치도록 하여 형식 오류로 인한 문제발생을 원천적으로 차단한다. 또한 특정 매개변수 및 이미지를 사용자 선택에 의해 분포형 자료의 배경 이미지로 사용할 수 있도록 하며, 대수층 깊이 및 수위 통합창 등 모형내 매개변수의 물리적 상호관계를 충분히 파악할 수 있는 인터페이스를 구축한다.

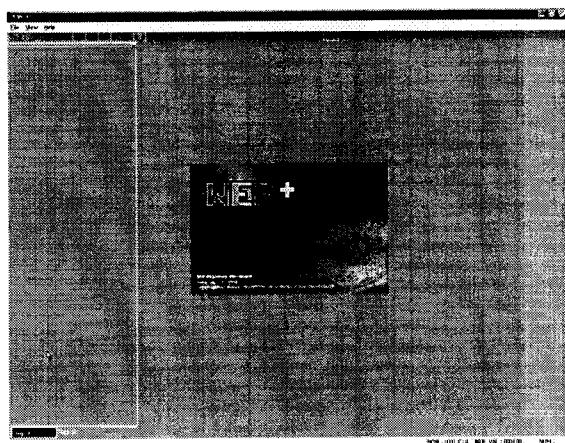


그림 1. WEP+ 시작화면

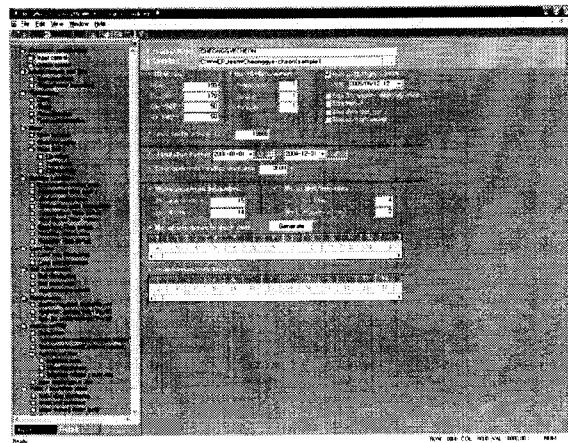


그림 2. Input – Simulation specification

4. WEP+의 기능

그림 3은 소유역 구분을 보여주는 화면으로 분포형 자료는 대부분 이와 같은 원도우 창에서 표현된다. 화면 하단의 표시창에서 커서가 가리키는 위치의 좌표와 격자값을 바로 확인할 수 있으며, 수정창 (Modify window)을 통해 값의 즉각적인 수정과 화면을 통한 확인이 가능하다 (그림 4 참조). 입력자료에 대한 주요 모듈 및 기능은 다음의 표 1에 정리하였다.

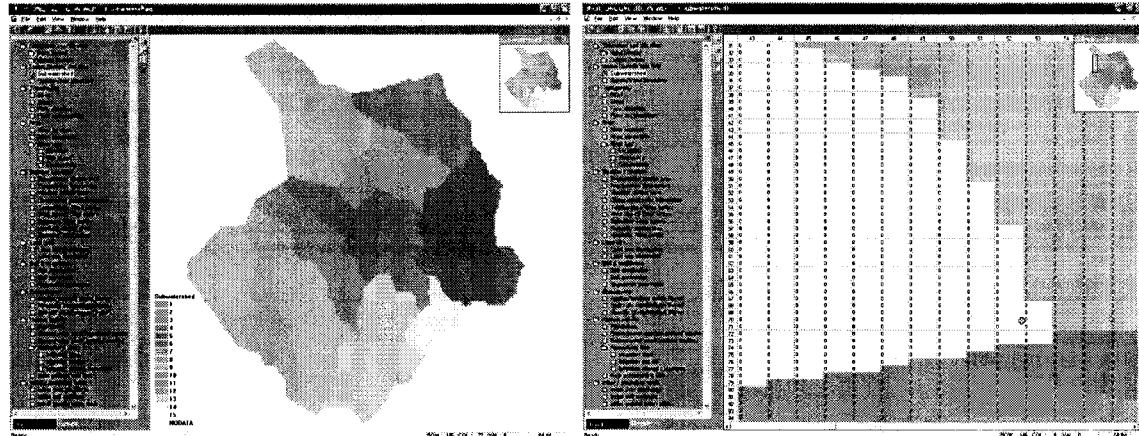


표 1. WEP+의 Input 주요 모듈 및 기능

INPUT	
Module	Function
Simulation specification	모의를 위한 조건 등을 입력한다. 서브모듈: input control, output control
Model Domain and Grid	모형 적용 대상 지역의 경계 등을 입력한다. 서브모듈: subwatershed, groundwater boundary
Topography	지형 정보 등을 입력한다. 서브모듈: dem, slope, flow direction, flow accumulation
River	하천 정보를 입력한다. 서브모듈: river location, river parameter, river bed
Weather Condition	강우 및 기상 정보를 입력한다. 서브모듈: precipitation station area, precipitation time series, weather station area, observation point information, temperature time series, wind speed time series, sunshine time series, humidity station area, humidity time series
Land Use	토지이용 정보를 입력한다. 서브모듈: land use distribution, land use parameter
Soil & Vegetation	토양 및 식생 정보를 입력한다. 서브모듈: soil distribution, soil parameter, vegetation parameter
Groundwater	지하수에 관한 정보를 입력한다. 서브모듈: aquifer/aquitard depth, saturated hydraulic conductivity, specific yield/storage
Human Activity	인간의 물이이용에 대한 정보를 입력한다. 서브모듈: population, groundwater use (1st aquifer), groundwater use (3rd aquifer)
Initial Boundary value	초기조건에 대한 정보를 입력한다. 서브모듈: initial river discharge, initial soil moisture, initial groundwater table, groundwater boundary area, groundwater boundary time

그림 5는 데이터가 상호간의 형식이 옳게 입력되었는지를 점검하는 과정이다. 이 과정을 거쳐 입력파일의 이상 유무를 점검하고 그림 6과 같이 모의를 시작하게 된다.

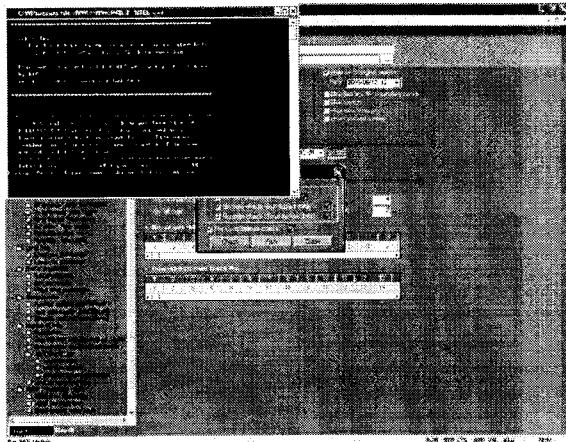


그림 5. Run – File consistency check

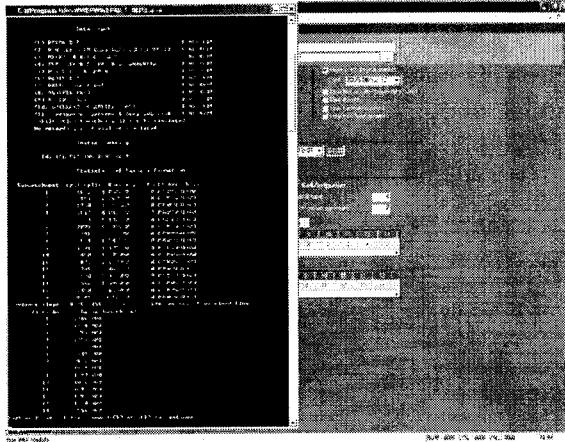


그림 6. Run – File format check

그림 7은 증발산에 대한 지점별 시계열 결과를 나타내고, 그림 8은 증발산의 각 시간별 공간분포 양상을 보여준다. 애니메이션 기능을 통해 공간적 분포의 시간에 따른 변화 양상을 함께 파악할 수 있다. WEP+의 출력자료 분석에 대한 주요 모듈 및 기능은 다음의 표 2에 정리하였다.

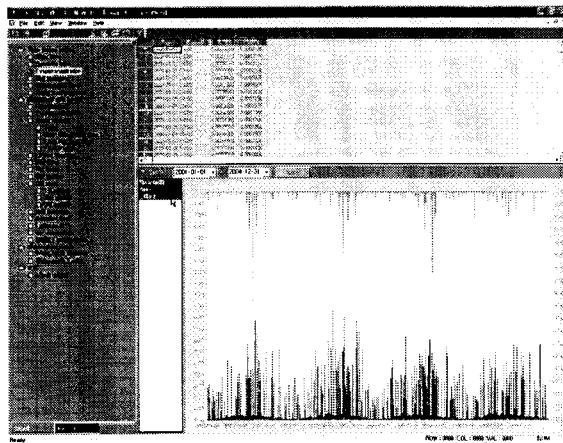


그림 7. Result – time series

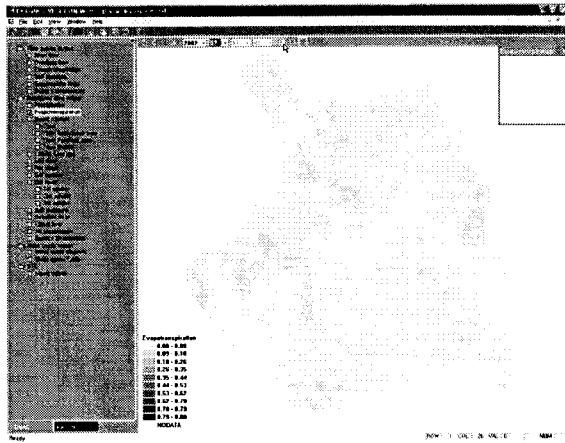


그림 8. Result – distributed type data

표 2. WEP+의 Output 주요 모듈 및 기능

Module	OUTPUT	
		Function
Time Series	시계열 분석 결과를 보여준다. 서브모듈: river flow, overland flow, evapotranspiration, soil moisture, groundwater level, surface temperature	
Distributed Data	공간적인 분석 결과를 보여준다. 서브모듈: precipitation, evapotranspiration, surface runoff, lateral seepage, mid-flow, recharge, GW outflow, GW level, soil moisture, sensible heat, latent heat, air temperature, surface temperature	
Water Cycle	물수지 모식도를 보여준다. 서브모듈: water cycle diagram, water cycle table	
Etc.	기타 그리드 정보를 보여준다. 서브모듈: mesh output	

5. 결 론

WEP 모형의 방대한 양의 입력자료를 효과적으로 구축하고, 개별 및 전체 입력자료의 물리적 충분히 파악할 수 있는 전·후처리 프로그램인 WEP+를 개발하였다. 국제적 활용도 및 호환성을 높이기 위해 프로그램내 언어는 영어를 기본으로 사용하고 다국적 언어를 지원하도록 하였다. 입력자료 구축 시 자료가 WEP 모형의 형식으로 자동 변환되도록 하여 자료 구축 시간을 최소화하였다. 모형 구동전, 파일 형식에 대한 오류체크를 거치도록 하여 형식 오류로 인한 문제발생을 원천적으로 차단하였다. 모의 결과에 대해서는 하천 유출, 지표면 유출, 지하수 유출, 토양수분, 지하수위, 증발산 등 세부 수문요소에 대한 모의 결과를 지점별 시계열과 전체 유역에 대한 분포형 자료로 확인할 수 있도록 개발하였다.

WEP+는 2007년 개발을 완료하여 베타테스트를 수행하고 사용자 매뉴얼을 배포할 예정이며, 현재 개발중인 WEP 모형의 유역 유사 해석 모듈은 2008년 이후 WEP+에 탑재될 예정이다.

감 사 의 글

본 연구는 한국건설기술연구원의 기관고유연구사업 ‘건강한 물순환체계구축을 위한 유역진단기법 개발연구’의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

WEP 모형의 적용에 있어서 기술지원을 한 일본 토목연구소와 Jia 박사에게 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 과학기술부(2007). 수자원의 지속적 확보기술개발사업-청계천 복원공사 모니터링 및 물순환 해석 기술 적용(과제번호 2-6-2). 한국건설기술연구원.
- 김현준, 장철희, 노성진, 김동필, 정일문, 홍일표(2004). “청계천 유역의 수문 모니터링 및 물순환 해석.” 청계천 유역 물순환 해석 국제 심포지엄 자료집, 한국건설기술연구원, pp. 3-22.
- 노성진, 김현준, 장철희(2005). “청계천 유역에 대한 WEP 모형의 적용.” 한국수자원학회논문집, 한국수자원학회, 제 38권, 제 8호, pp. 645-653.
- 노성진, 김현준, 장철희(2006a). “WEP 모형을 이용한 경안천 유역 토양수분 모의”, 2006한국수자원학회학술 발표회논문집, 한국수자원학회.
- 노성진, 김현준, 김상현, 장철희, 김철겸(2006b). “WEP 모형을 이용한 산지 사면에서의 토양수분 모의”, 2006 대한토목학회학술발표회논문집, 대한토목학회.
- 이승종 (2005). WEP 모형을 이용한 도립천 유역 물순환 해석, 석사학위논문, 서울대학교.
- 한국건설기술연구원(2006). 건강한 물순환체계 구축을 위한 유역진단기법 개발 연구, 한국건설기술연구원.
- 土木研究所(2002). WEP モデル 解説書. 土木研究所, pp. 3-22.